

PENGARUH MASSA RAGI DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PEMBUATAN ETANOL DARI ECENG GONDOK

Miftahul Djana

Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Email : mifta@umpalembang.ac.id

ABSTRAK

Bioetanol adalah sebuah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂. Eceng gondok mengandung lignoselulosa yang bisa dimanfaatkan dan diolah sebagai bioetanol. Etanol dibuat dengan proses hidrolisis asam dan fermentasi dengan bantuan *Saccharomyces Cerevisiae*. Penelitian ini bertujuan mempelajari pemanfaatan Eceng Gondok untuk dibuat menjadi etanol. Penelitian dilakukan dengan penyiapan Eceng gondok, selanjutnya Eceng Gondok didelignifikasi dengan menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan dihidrolisis menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) difermentasi dengan variasi waktu (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, dan 8 hari dan dengan variasi massa ragi (2 gram, 4 gram, dan 6 gram). Etanol akan dihasilkan setelah dipisahkan dengan menggunakan proses destilasi. Kemudian analisa kadar glukosa dan kadar etanol menggunakan alat kromatografi gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa etanol tertinggi terkandung pada sampel 23 sebesar 4,05%. Sampel 23 dihasilkan dari fermentasi 7 hari dan massa ragi 6 gram.

Kata kunci : eceng gondok; lignoselulosa; kromatografi gas; kadar alkohol

Pendahuluan

Semakin meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan teknologi yang signifikan menyebabkan peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Meningkatnya konsumsi BBM menyebabkan langkanya BBM di beberapa tempat. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Dirjen Minyak dan Gas Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Evita H Legowo, menyatakan bahwa kelangkaan BBM yang terjadi di beberapa tempat karena adanya konsumsi BBM yang naik tinggi. Konsumsi naik menjadi 69.310 kiloliter per hari pada Juni 2011.

Salah satu upaya pemerintah dalam mengatasi hal ini dengan mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional mengenai pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM (Prihandana, 2007). Kebijakan menjelaskan bahwa sumber energi alternatif, seperti bahan bakar nabati, dapat digunakan sebagai pengganti BBM. Dengan digunakannya bahan bakar dapat diperbaharui diharapkan kebutuhan akan energi di dalam negeri dapat dipenuhi dan kelangkaan BBM dapat dihindari.

Salah satu alternatif bahan bakar nabati adalah bioetanol. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif, sebenarnya telah lama dikenal. Pada tahun 1880-an Henry Ford membuat mobil quadrycycle dan

sejak tahun 1908 mobil Ford model T telah dapat menggunakan (Bio)etanol sebagai bahan bakarnya.. Namun penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar nabati kurang ditanggapi pada waktu tersebut, karena keberadaan bahan bakar minyak yang murah dan melimpah.

Bioetanol berasal dari nabati yang melimpah di Indonesia. Bioetanol dibuat dari bahan-bahan bergula atau berpati seperti serbuk kayu, singkong atau ubi kayu, tebu, nira, sorgum, nira nipah, ubi jalar, eceng gondok dan lain-lain. Nama-nama tanaman diatas sangat mudah ditemui di Indonesia. Tanaman diatas banyak digunakan sebagai pangan tetapi ada juga yang dianggap sebagai limbah. Dengan tersediannya pati yang melimpah maka bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang sangat potensial selain itu bioetanol lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil, karena polusi yang dihasilkan lebih sedikit.

Tabel 1. Sifat Etanol

Properties	Nilai
Berat molekul, gr/mol	46,1
Titik beku, °C	-114,1
Titik didih normal, °C	78,32
Densitas, g/ml	0,7983
Viskositas pada 20°C, mPa.s (Cp)	1,17
Panas penguapan normal, J/gr	839,31
Panas pembakaran pada 25°C, J/gr	29676,6
Panas jenis pada 25°C, J (gr. °C)	2,42
Nilai oktan	106 – 111
Wujud pada suhu kamar	Cair
Dicampur dengan Natrium	Bereaksi
kelarutan dalam air	Larut sempurna
Dapat terbakar	Ya

Bahan baku bioetanol yang dianggap sampah adalah eceng gondok. Eceng gondok keberadaannya di masyarakat dianggap sebagai tanaman pengganggu karena salah satu penyebab dari pendangkalan sungai, tetapi dibalik itu eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Eceng gondok mengandung 53% lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol, tetapi Eceng gondok di masyarakat hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan. Oleh sebab itu, penulis mengangkat judul tersebut sebagai penelitian untuk meningkatkan penggunaan bioetanol dari eceng gondok yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan dan memacu berkembangnya industri pembuatan bioetanol.

Eceng gondok atau enceng gondok (Latin: *Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Eceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon Brasil. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.

Eceng gondok ternyata juga mempunyai beberapa manfaat antara lain sebagai bahan untuk kerajinan, sebagai adsorben logam yang berbahaya dan juga sebagai pakan ternak, namun sampai sekarang eceng gondok tetap dianggap sebagai tanaman pengganggu. Oleh karena itu banyak upaya dilakukan untuk memberantasnya walaupun amat sulit karena pertumbuhannya yang amat cepat. Eceng gondok sebenarnya mengandung lignoselulosa, sedangkan selulosa merupakan

bahan untuk pembuatan kertas, selain itu, dengan kandungan selulosanya.

Tabel 2. Komposisi Kimia Eceng Gondok

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Lignin	7,19
Silika	5,56
Abu	12

Tinjauan Pustaka

Eceng gondok bisa juga digunakan sebagai bahan pembuatan bioetanol yang sekarang ini amat diperlukan untuk mengatasi berkurangnya produksi minyak dunia. Pada proses pembuatan kertas maupun bioetanol dari bahan berselulosa ada tahap yang harus dilakukan yaitu pemisahan senyawa lignin yang terkandung di dalamnya sehingga diperoleh selulosanya

Proses yang dilakukan pada penelitian pembuatan bioetanol ini yaitu delignifikasi, hidrolisis asam, fermentasi alkohol dan evaporasi.

1. Delignifikasi

Metode perlakuan kimia yang umum menggunakan asam lemah dan larutan basa untuk proses delignifikasi. Delignifikasi atau *pretreatment* biomassa lignoselulosa harus dilakukan untuk mendapatkan hasil yang tinggi di mana penting untuk pengembangan teknologi biokonversi dalam skala *pretreatment* merupakan tahapan yang banyak memakan biaya dan berpengaruh besar terhadap biaya keseluruhan proses. *Pretreatment* dapat meningkatkan hasil gula yang diperoleh. Gula yang diperoleh tanpa *pretreatment* kurang dari 20 %,

sedangkan dengan *pretreatment* dapat meningkat menjadi 90 % dari hasil teoritis. Tujuan dari delignifikasi adalah untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses oleh enzim yang memecah polimer polisakarida menjadi monomer gula.

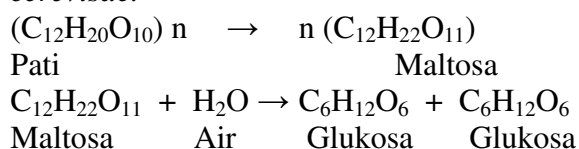
2. Hidrolisis Asam

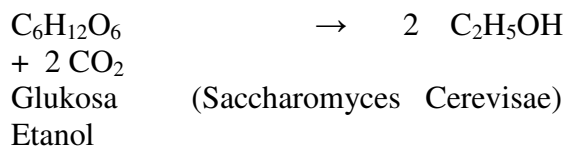
Pada proses pembuatan etanol dengan bahan baku selulosa, dilakukan proses hidrolisis terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk mengubah selulosa menjadi glukosa (dengan bantuan air dan asam). Hidrolisis adalah suatu proses kimia yang menggunakan H₂O sebagai pemecah suatu persenyawaan termasuk inversi gula, saponifikasi lemak dan ester, pemecahan protein dan reaksi *Grignard*. H₂O sebagai zat pereaksi dalam pengertian luas termasuk larutan asam dan basa (dalam senyawa organik, hidrolisis, netralisasi).

3. Fermentasi

Fermentasi alkohol adalah proses penguraian karbohidrat menjadi etanol dan CO₂ yang dihasilkan oleh aktifitas suatu jenis mikroba yang disebut khamir dalam keadaan anaerob (Prescott dan Dunn, 1959). Perubahan dapat terjadi jika mikroba tersebut bersentuhan dengan makanan yang sesuai bagi pertumbuhannya. Pada proses fermentasi biasanya tidak menimbulkan bau busuk dan biasanya menghasilkan gas karbondioksida.

Secara ringkas seluruh rangkaian reaksi yang terjadi adalah hidrolisis pati atau polisakarida menjadi maltosa (disakarida) kemudian dihidrolisis menjadi glukosa, selanjutnya diubah menjadi alkohol dan gas karbondioksida oleh *Saccharomyces cerevisiae*.





Reed et al (1982) mengatakan bahwa untuk proses fermentasi sering digunakan bahan-bahan yang diperoleh dari alam dan biomass. Bahan baku yang dapat digunakan untuk menghasilkan alkohol antara lain :

1. Dari sakarin seperti : gula tebu, gula bit, molase dan sari buah.
2. Dari pati-patian seperti : jagung, gandum, padi, kentang, umbi-umbian.
3. Dari selulosa seperti : kayu, bonggol pisang.

Meskipun pada dasarnya fermentasi dapat langsung menggunakan enzim, tetapi sampai saat ini industri fermentasi masih memanfaatkan mikroorganisme, antara lain karena cara ini jauh lebih mudah dan murah.

Kondisi yang harus dikontrol selama fermentasi adalah :

1. Injeksi yeast
2. Sterilisasi larutan molase
3. Penambahan zat makanan untuk yeast
4. pH dan Temperatur

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FERMENTASI

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi untuk menghasilkan etanol adalah: sumber karbon, gas karbondioksida, pH substrat, nutrien, temperatur, dan oksigen.

• pH

pH dari media sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Setiap mikroorganisme mempunyai pH minimal, maksimal, dan optimal untuk pertumbuhannya. Untuk yeast, pH optimal

untuk pertumbuhannya ialah berkisar antara 4,0 sampai 4,5. Pada pH 3,0 atau lebih rendah lagi fermentasi alkohol akan berjalan dengan lambat (Volk, 1993).

• Nutrien

Dalam pertumbuhannya mikroba memerlukan nutrient. Nutrien yang dibutuhkan digolongkan menjadi dua yaitu nutrien makro dan nutrien mikro. Nutrien makro meliputi unsur C, N, P, K. Unsur C didapat dari substrat yang mengandung karbohidrat, unsur N didapat dari penambahan urea, sedang unsur P dan K dari pupuk NPK (Halimatuddahlia, 2003). Unsur mikro meliputi vitamin dan mineral-mineral lain yang disebut *trace element* seperti Ca, Mg, Na, S, Cl, Fe, Mn, Cu, Co, Bo, Zn, Mo, dan Al (Jutono, 1972).

• Temperatur

Mikroorganisme mempunyai temperatur maksimal, optimal, dan minimal untuk pertumbuhannya. Temperatur optimal untuk yeast berkisar antara 25-30 oC dan temperatur maksimal antara 35-47 oC. Beberapa jenis yeast dapat hidup pada suhu 110 oC. Temperatur selama fermentasi perlu mendapatkan perhatian, karena di samping temperatur mempunyai efek yang langsung terhadap pertumbuhan yeast juga mempengaruhi komposisi produk akhir. Pada temperatur yang terlalu tinggi akan menonaktifkan yeast. Pada temperatur yang terlalu rendah yeast akan menjadi tidak aktif. Selama proses fermentasi akan terjadi pembebasan panas sehingga akan lebih baik apabila pada tangki fermentasi dilengkapi dengan unit pendingin (Fardias, 1988).

4. Evaporasi

Penguapan atau evaporasi adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (contohnya air) dengan spontan menjadi gas

(contohnya uap air). Proses ini adalah kebalikan dari kondensasi.

Evaporator umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu penukar panas, bagian evaporasi (tempat di mana cairan mendidih lalu menguap), dan pemisah untuk memisahkan uap dari cairan lalu dimasukkan ke dalam kondenser (untuk diembunkan/kondensasi) atau ke peralatan lainnya. Hasil dari evaporator (produk yang diinginkan) biasanya dapat berupa padatan atau larutan berkonsentrasi. Larutan yang sudah dievaporasi bisa saja terdiri dari beberapa komponen volatil (mudah menguap). Evaporator biasanya digunakan dalam industri kimia dan industri makanan. Evaporator dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. *Submerged combustion evaporator* adalah evaporator yang dipanaskan oleh api yang menyala di bawah permukaan cairan, dimana gas yang panas bergelembung melewati cairan.
2. *Direct fired evaporator* adalah evaporator dengan pengapian langsung dimana api dan pembakaran gas dipisahkan dari cairan mendidih lewat dinding besi atau permukaan untuk memanaskan.
3. *Steam heated evaporator* adalah evaporator dengan pemanasan steam dimana uap atau uap lain yang dapat dikondensasi adalah sumber panas dimana uap terkondensasi di satu sisi dari permukaan pemanas dan panas ditransmisi lewat dinding ke cairan yang mendidih.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan memotong eceng gondok kemudian di

keringkan di dalam oven dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Eceng gondok kering diblender untuk menjadikannya lebih kecil. Lalu menimbang sebanyak 30 gram eceng gondok, memasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml bersama dengan 100 ml NaOH 4% dan menutup rapat Erlenmeyer dengan gabus kemudian dipanaskan dalam autoclave pada suhu 120°C selama 30 menit. Lalu campuran didinginkan pada suhu kamar dan memisahkan fase airnya sehingga tersisa fase seluligninnya. Selanjutnya dilakukan proses hidrolisis dengan menambahkan solven sebanyak 100 ml H_2SO_4 per sampelnya. Kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam autoclave pada suhu 121°C selama 45 menit. Setelah itu campuran didinginkan pada suhu kamar. Proses yang berikutnya yaitu proses fermentasi yang menggunakan ragi roti (*Yeast Saccharomyces Cerevisiae*). Setelah itu menghubungkan erlenmeyer 500 ml yang berisi eceng gondok tersebut dengan selang karet dan ujung selang dimasukkan kedalam air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara. Selanjutnya larutan campuran alcohol- air dimasukkan ke dalam labu destilasi kemudian pasang labu tersebut pada alat evaporasi dengan temperature $78-80^{\circ}\text{C}$. Proses evaporasi dilakukan selama 1 jam-1,5 jam sampai etanol tidak menetes lagi.

Data percobaan yang diukur adalah kadar etanol yang dihasilkan, kadar glukosa setelah fermentasi, dan persen yield etanol. Kadar etanol diukur dengan menggunakan alat gas chromatografi. Dengan menggunakan parameter lama waktu fermentasi dan massa ragi.

Pembahasan

Proses pembuatan etanol dari eceng gondok yang telah dilakukan melalui proses fermentasi dengan variasi massa ragi dan

lama fermentasi menghasilkan data seperti pada ketiga tabel di bawah ini.

Tabel 3 berisi data tentang pengaruh volume etanol terhadap variasi lama fermentasi yakni 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari dan 8 hari serta variasi massa ragi 2 gram, 4 gram, dan 6 gram. Sedangkan tabel 4 berisi data tentang pengaruh %yield etanol terhadap variasi lama fermentasi yakni 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari dan 8 hari serta variasi massa ragi 2 gram, 4 gram, 6 gram.

Tabel 3. Volume Etanol terhadap Variasi Lama Fermentasi dan Massa Ragi

Lama Fermentasi	Massa Bahan Baku	Identitas Sampel	Massa Ragi	Volume Etanol (ml)
1 Hari	30 gram	Sampel 1	2 gram	5,7
		Sampel 2	4 gram	6,9
		Sampel 3	6 gram	8,3
2 Hari	30 gram	Sampel 4	2 gram	7,1
		Sampel 5	4 gram	8,4
		Sampel 6	6 gram	8,6
3 Hari	30 gram	Sampel 7	2 gram	7,8
		Sampel 8	4 gram	8,6
		Sampel 9	6 gram	9,8
4 Hari	30 gram	Sampel 10	2 gram	8
		Sampel 11	4 gram	9,1
		Sampel 12	6 gram	11
5 Hari	30 gram	Sampel 13	2 gram	8,3
		Sampel 14	4 gram	9,9
		Sampel 15	6 gram	11,3
6 Hari	30 gram	Sampel 16	2 gram	8,5
		Sampel 17	4 gram	10,2
		Sampel 18	6 gram	12,3
7 Hari	30 gram	Sampel 19	2 gram	9,7
		Sampel 20	4 gram	10,8
		Sampel 21	6 gram	12,5
8 Hari	30 gram	Sampel 22	2 gram	8,5
		Sampel 23	4 gram	9,3
		Sampel 24	6 gram	11,7

Tabel 4. % Yield Etanol terhadap Variasi Lama Fermentasi dan Volume Etanol

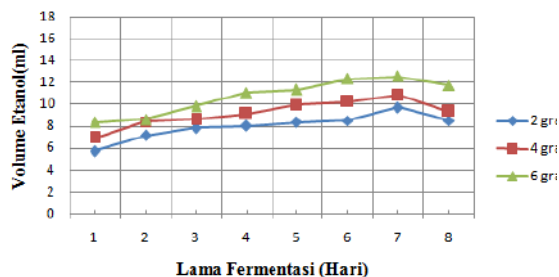
Lama Fermentasi	Massa Bahan Baku	Identitas Sampel	Volume Etanol (ml)	Persen Yield (%)
1 Hari	30 gram	Sampel 1	5,7	23,27
		Sampel 2	6,9	28,17
		Sampel 3	8,3	33,89
2 Hari	30 gram	Sampel 4	7,1	28,99
		Sampel 5	8,4	34,29
		Sampel 6	8,6	35,11
3 Hari	30 gram	Sampel 7	7,8	31,84
		Sampel 8	8,6	35,11
		Sampel 9	9,8	40,01
4 Hari	30 gram	Sampel 10	8	32,68
		Sampel 11	9,1	37,15
		Sampel 12	11	44,91
5 Hari	30 gram	Sampel 13	8,3	33,89
		Sampel 14	9,9	40,42
		Sampel 15	11,3	46,13
6 Hari	30 gram	Sampel 16	8,5	34,7
		Sampel 17	10,2	41,64
		Sampel 18	12,3	50,22
7 Hari	30 gram	Sampel 19	9,7	39,6
		Sampel 20	10,8	44,09
		Sampel 21	12,5	51,03
8 Hari	30 gram	Sampel 22	8,5	34,7
		Sampel 23	9,3	37,97
		Sampel 24	11,7	47,77

Tabel 5. % Kadar Glukosa terhadap Variasi Lama Fermentasi dan Massa Ragi

Lama Fermentasi	Massa Bahan Baku	Identitas Sampel	Massa Ragi	Massa Glukosa (gram)	Kadar Glukosa (%)
1 Hari	30 gram	Sampel 1	2 gram	1,25	4,18
		Sampel 2	4 gram	1,21	4,02
		Sampel 3	6 gram	1,19	3,95
2 Hari	30 gram	Sampel 4	2 gram	1,16	3,88
		Sampel 5	4 gram	1,10	3,67
		Sampel 6	6 gram	1,09	3,63
3 Hari	30 gram	Sampel 7	2 gram	1,01	3,38
		Sampel 8	4 gram	0,98	3,25
		Sampel 9	6 gram	0,95	3,17
4 Hari	30 gram	Sampel 10	2 gram	0,93	3,09
		Sampel 11	4 gram	0,89	2,98
		Sampel 12	6 gram	0,86	2,88
5 Hari	30 gram	Sampel 13	2 gram	0,84	2,80
		Sampel 14	4 gram	0,79	2,64
		Sampel 15	6 gram	0,71	2,38
6 Hari	30 gram	Sampel 16	2 gram	0,65	2,15
		Sampel 17	4 gram	0,61	2,03
		Sampel 18	6 gram	0,59	1,98
7 Hari	30 gram	Sampel 19	2 gram	0,58	1,92
		Sampel 20	4 gram	0,56	1,86
		Sampel 21	6 gram	0,55	1,82
8 Hari	30 gram	Sampel 22	2 gram	0,52	1,72
		Sampel 23	4 gram	0,46	1,54
		Sampel 24	6 gram	0,42	1,39

Penelitian kandungan bioetanol Pada Eceng gondok dengan variasi massa ragi dan lama fermentasi mendapatkan hasil etanol yang berbeda- beda tiap massa ragi dan lama wktu fermentasi, berikut dibahas pengaruh lama fermentasi terhadap volume etanol,persen yield etanol, kadar glukosa setelah fermentasi.

Gambar 1 merupakan grafik data kuantitatif yang menunjukkan hubungan volume etanol (ml) yang dihasilkan dengan variasi lama fermentasi (hari) dan massa ragi. Dalam penelitian ini, massa ragi divariasikan 2 gram, 4 gram, dan 6 gram. Sedangkan, lama fermentasi divariasikan 1-8 hari. Dari gambar dibawah dapat dilihat pengaruhnya, semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak volume etanol yang dihasilkan.



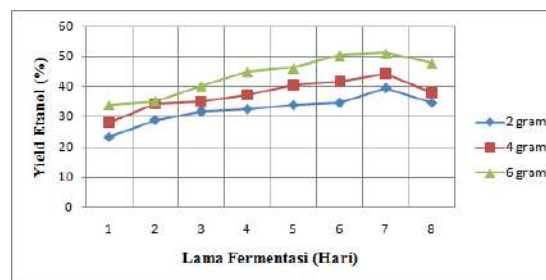
Gambar 1. Volume Etanol (ml) Terhadap Lama Fermentasi (hari)

Volume etanol maksimum yang dihasilkan yaitu pada hari ke-7 dengan massa ragi 6 gram yaitu sebanyak 12,5 ml, sedangkan penurunan volume etanol terjadi pada hari ke-8. Penurunan volume etanol disebabkan adanya isolasi yang tak sempurna pada sampel tersebut dan adanya hubungan dengan kurva pertumbuhan mikroba dimana pada hari ke-8 ini pertumbuhan mikroba mengalami penurunan yaitu menuju fase kematian

sehingga volume etanol yang dihasilkan cenderung turun.

Gambar 2 merupakan grafik hubungan antara persen yield etanol dengan lama fermentasi (hari) dan massa ragi (gram). Hasil yang bisa dilihat dari grafik tersebut yaitu kenaikan persen (%) etanol dari hari ke-1 sampai hari ke-7 dan cenderung mengalami penurunan pada hari ke-8. Persen (%) etanol maksimum yang dihasilkan yaitu 65,11% dengan massa ragi 6 gram. Semakin banyak ragi yang terkandung semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan.

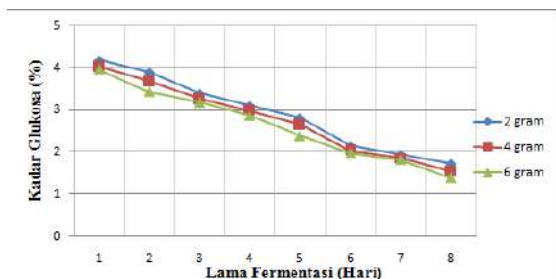
Penurunan yield etanol pada hari ke-8 diakibatkan karena adanya reaksi oksidasi etanol menjadi asam asetat oleh *saccharomyces cereviseae* sehingga kadar etanol yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Dan apabila fermentasi dibiarkan berlangsung terus menerus dan proses fermentasi ini terkena udara luar maka pertumbuhan kultur akan terganggu akibatnya bakteri asetat (*acetobacter*) akan membentuk lapisan tebal dipermukaan, bakteri ini akan mengoksidasi etanol menjadi asam asetat.



Gambar 2. Yield Etanol (%) terhadap Lama Fermentasi (hari)

Gambar 3 merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara kadar glukosa (%) dengan lama fermentasi dan massa ragi. Kadar glukosa setelah proses fermentasi mengalami penurunan seiring dengan

bertambahnya waktu fermentasi dan jumlah ragi yang dipakai.



Gambar 3. Kadar glukosa (%) terhadap Lama Fermentasi (hari)

Penurunan tersebut disebabkan karena glukosa yang dihasilkan sudah diubah menjadi bioethanol, sehingga semakin kecil kadar glukosa semakin besar bioethanol yang dihasilkan atau dibentuk.

Tabel 6. Kadar Etanol Hasil Analisa Kromatografi Gas

Identitas Sampel	Lama Fermentasi	Massa Ragi	Volume Etanol	%Yield	Kadar Etanol
Sampel 19	3 Hari	6 gram	2,7 ml	39,07%	1,08%
Sampel 21	5 Hari	6 gram	3,8 ml	54,98%	2,83%
Sampel 23	7 Hari	6 gram	4,5 ml	65,11%	4,05%

Analisa kadar etanol diuji menggunakan alat kromatografi gas jenis kolom carbowix 1500. Pada uji analisa pada 4 sampel tersebut, etanol tertinggi terkandung pada sampel 23 sebesar 4,05%. Sampel 23 dihasilkan dari hasil fermentasi 7 hari dan massa ragi 6 gram. Hal ini membuktikan bahwa kadar alkohol berbanding lurus dengan massa ragi dan lama fermentasi.

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa jumlah volume etanol yang dihasilkan berbanding lurus dengan lama fermentasi dan massa ragi, dimana volume etanol maksimum yang dihasilkan yaitu pada hari ke-7 dengan massa ragi sebanyak 6 gram dengan jumlah 12,5 ml. Penurunan volume etanol dan kadar etanol terjadi pada hari ke-8 yang disebabkan pertumbuhan mikroba pada hari ke-8 tersebut mencapai fase kematian sehingga volume dan kadar etanol yang dihasilkan cenderung menurun.

Daftar Pustaka

- Dahlan, H, Ir. 2006. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi Industri*. Inderalaya : Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Girisuta, dkk. (2010). *Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Jakarta: Lembaga ilmu pengetahuan indonesia.
- Iswanto, Hery. *Terbentuknya Dimensi Baru dalam Kimia Lignoselulosa*. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Kriswiyanti, Enny. 2009. *Hidrolisa selulosa dari eceng gondok. (Jurnal Nomor 2 Volume 7)*. Surakarta : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS.
- Purba, Michael. 2000. *Kimia 2000 Untuk SMU Kelas 2*. Jilid 2B. Jakarta : Erlangga.

- Said, E.G . 1994. *Bioindustri Teknologi Fermentasi*. Jakarta : Mediatama Sarana Perkasa.
- Taherzadeh M.J. dan K. Karimi. 2008. *Pretreatment of Lignocellulosic Waste to Improve Bioethanol and Biogas Production. Int. J. Mol. Sci.* (9) : 1621-1651
- Tim Penulis. 2011. *Modul Praktikum Laboratorium Kimia Analitik Instrumen*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.